

MODEL DINAMIK PENYEDIAAN AIR BAKU MELALUI PENDEKATAN WATER SENSITIVE CITY DI DAS CILIWUNG HULU (KASUS DESA BENDUNGAN, KECAMATAN CIAWI, KABUPATEN BOGOR)

Agus Susanto

*Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Terbuka*

email korespondensi: sugus@ecampus.ut.ac.id

ABSTRACT

Raw water supply in the rural area still relies on the natural resources (classical), i.e. groundwater, springs, and local water supply company (PDAM) with distribution service 10%, consequently, the village community experience vulnerability of water supply in dry season. Therefore, it is needed to provide a sustainable water supply through concern for new water paradigm with water sensitive city (WSC) approach. This research aims to design a dynamics model of development of raw water supply infrastructure with a concern for new water paradigm. The analysis uses dynamics system with Powersim version 2.5a. The simulation results reveal: (a) with business as usual scenario the raw water supply of Bendungan village is only sufficient for 10 years in the future, i.e. in 2025. The condition is very vulnerable, because the raw water supply is less than the water demand, (b) with concern for water scenario through infrastructure: retention basin, domestic wastewater treatment (DWT), and industry wastewater treatment (IWT), raw water supply increase 71% from 10 years to 48 years in 2063.

Kata kunci: *water infrastructure, concern of water, raw water*

PENDAHULUAN

Selama ini, peran desa kurang difungsikan, sehingga desa kurang mandiri, karena peran desa dalam pembangunan masih dipandang dengan perspektif sempit akibat kualitas SDM yang masih rendah. Peran desa hanya sebatas pelayanan administrasi seperti pengurusan Kartu Tanda Penduduk (KTP), pembayaran Pajak Bumi dan Bangunan (PBB), surat nikah dan lain-lain. Potensi desa kurang diberdayakan padahal berdasarkan UU No. 6 tahun 2014, peran desa bisa sangat luas, karena desa merupakan satu kesatuan masyarakat hukum, yang berwenang untuk mengatur dan mengurus pemerintahan dan kepentingan masyarakat setempat, berdasarkan prakarsa masyarakat, hak asal usul, dan/atau hak tradisional yang diakui dan dihormati dalam sistem pemerintahan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

Akibat kebijakan masa lalu tersebut, maka berdampak pada perlambatan pembangunan di berbagai sektor, salah satunya adalah sektor air bersih. Pada penyediaan air bersih di perdesaan masih mengandalkan ketersediaan alam seperti air sungai, mata air atau sumur, setu/embung dan lain-lain, sehingga akses terhadap air bersih masih rendah yaitu sebesar 44,8%, dan yang sudah terlayani dengan pipanisasi baru mencapai 8.60% (Masduki, Endah, Soedjono, Hadi, 2007), akibatnya posisi masyarakat perdesaan terhadap ketersediaan air relatif rawan baik dari segi potensi maupun akses, karena variasi alam dalam menghasilkan air sangat menentukan bagaimana kebutuhan air baku masyarakat perdesaan akan dapat dipenuhi (Purwakusuma, Baskoro, Sinukaban, 2011), Fenomena tersebut diperkuat oleh laporan

MDGs yang menyatakan bahwa proporsi rumah tangga dengan akses berkelanjutan terhadap sumber air minum yang layak di perdesaan adalah 44.96% padahal targetnya adalah 65.81% (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2010).

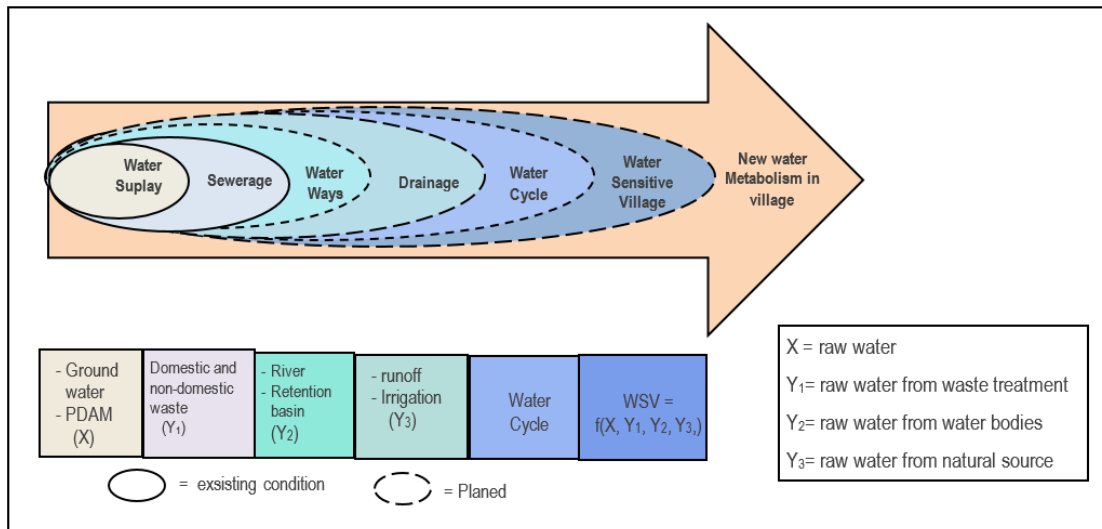
Selain itu, masalah pengembangan infrastruktur dalam penyediaan air baku seperti bak penampung air, embung, sumur resapan belum dilaksanakan dengan baik, dengan alasan klasik yaitu keterbatasan dana, untuk itu diperlukan upaya pengembangan infrastruktur air perdesaan melalui peningkatan kapasitas SDM yang berupa sosialisasi yang terdiri dari: pelatihan, penyuluhan, dan pendampingan.

Masalah penyediaan air baku di perdesaan tersebut dialami juga oleh desa Bendungan, dimana berdasarkan analisis neraca air menunjukkan desa Bendungan mengalami defisit air dalam 1 tahun selama 5 bulan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah, baik pemerintah pusat maupun daerah, LSM, maupun masyarakat sendiri baik secara individual maupun komunal, namun masih menggunakan metode konvensional antara lain dengan membangun sarana dan prasarana air bersih yang berorientasi pada proyek. Kegiatan tersebut belum melibatkan aparatur desa dan masyarakat, sehingga hasilnya kurang optimal, dan tidak berkelanjutan. Untuk itu dilakukan penelitian model dinamik peningkatan peran desa dalam penyediaan air baku melalui pengembangan infrastruktur yang integratif dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *water sensitive city*.

Konsep berfikir dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan *water sensitive city*, dimana desa merupakan sebuah tampungan air (*retention pond*), semua air ditampung baik air hujan maupun air buangan baik dari domestik maupun nondomestik (Wong, & Brown, 2008). Untuk mencapai *Water Sensitive City* dengan skema pengembangan infrastruktur air adalah sebagai berikut:

1. Suplai air baku perdesaan yaitu dari: air tanah, mata air, PDAM
2. *Reuse grey water* yaitu sisa-sisa air buangan baik domestik maupun nondomestik
3. Pemanfaatan kanal air (sungai, parit)
4. Saluran pembuang alami (drainase, irigasi)
5. *Recycle* limbah industri

Dari kelima skema tersebut, melalui kepedulian air dapat memfasilitasi penyediaan air yang tidak hanya air baku dan pembuangan air (drainase) tetapi menyertakan pengolahan limbah. Pendekatan *Water Sensitive City* (WSC) mempunyai paradigma bahwa kelima skema tersebut tidak hanya sebagai suplai air, badan air, dan drainase tetapi sekaligus memfasilitasi penyediaan tambahan *recycle* dan 3 R (*reuse*, *reduce*, dan *recharge*) yang terintegrasi dengan mitigasi sejenis (Gambar 1).



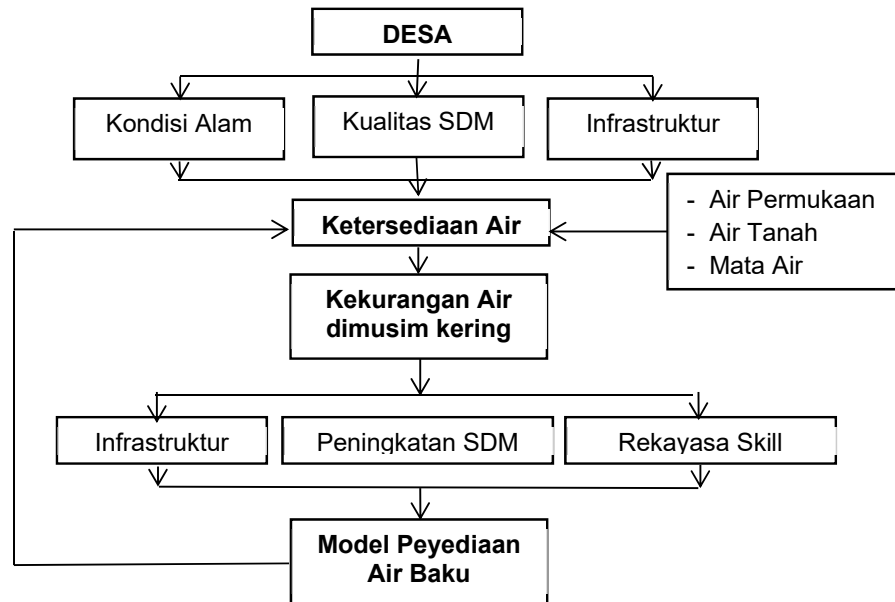
Gambar 1

Penyediaan air baku di tingkat desa yang berkelanjutan dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *Water Sensitive City* Modifikasi dari (Wong, and Brown, 2009)

Untuk mengimplementasikan WSC diperlukan suatu metode yaitu *Water Metabolism City* (WMC), karena WSC merupakan pemahaman atau konsep, sedangkan WMC adalah metode atau model dalam pengelolaan air suatu kawasan, yang prinsipnya mengikuti siklus hidrologi yang terdiri dari *water inflow*, *water process*, dan *water outflow* (Paolini, and Cecere, 2015)

Berdasarkan dua pendekatan tersebut (WSC dan WMC), maka dalam penelitian ini digunakan paradigma baru yaitu kepedulian air. Pencapaian paradigma kepedulian air di tingkat desa ini melalui pembangunan infrastruktur agar dapat memenuhi kebutuhan air jangka panjang. Untuk itu, maka dibutuhkan peran aktif dari perangkat desa maupun masyarakat, agar masyarakat tidak hanya sebagai obyek, tetapi sekaligus sebagai subyek.

Harapan dari paradigma kepedulian air adalah untuk mengatasi desa dimasa depan yang akan mengalami kekeringan, sehingga perlu menambah ketersediaan air dengan membangun infrastruktur, serta melibatkan peran desa. Kerangka analisis dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 2.



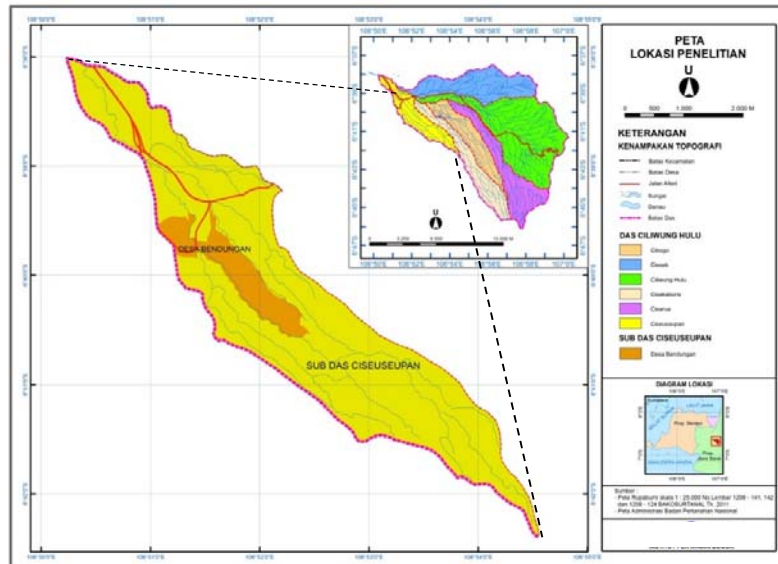
Gambar 2
Kerangka analisis penelitian

Tujuan dari makalah ini adalah membuat model dinamik penyediaan air baku desa dalam pengembangan infrastruktur air perdesaan dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *water sensitive city*.

METODELOGI PENELITIAN

Pemilihan lokasi penelitian adalah berdasarkan hasil analisis ketersediaan air yang menggunakan pendekatan neraca air di masing-masing sub DAS di DAS Ciliwung Hulu, dan hasilnya: Sub DAS Ciseuseupan merupakan Sub DAS yang paling tidak cukup air diantara 6 sub DAS (Sub DAS Ciesek, Ciliwung Hulu, Ciasarua, Cibogo, Cisakabirus, dan Ciseuseupan). Sub DAS Ciseuseupan dalam 1 tahun mengalami defisit air selama 5 bulan, dan Desa Bendungan merupakan salah satu desa dari 8 desa yang ada di Sub DAS Ciseuseupan yang paling tidak cukup sumber air sehingga diperlukan antisipasi. Lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 3.

Bahan yang digunakan berupa data sekunder dan primer. Data sekunder diperoleh dari Badan Statistik Kecamatan Ciawi tahun 2010-2015, RTRW Kabupaten Bogor tahun 2016-2036, curah hujan Stasiun Gadog selama 10 tahun (2005-2014), peta rupa bumi DAS Ciliwung Hulu skala 1:25.000, dan literatur yang berkaitan dengan penyediaan air. Data primer diperoleh berdasarkan wawancara mendalam dengan pakar yaitu: Staf Dinas PU Propinsi Jawa Barat, Staf Camat Ciawi, tokoh masyarakat desa Bendungan, dan dosen dari IPB sebagai narasumber ahli untuk memvalidasi data, serta observasi lapangan. Analisis data menggunakan pendekatan *dynamic system* dengan tool Powersim versi 2.5c.

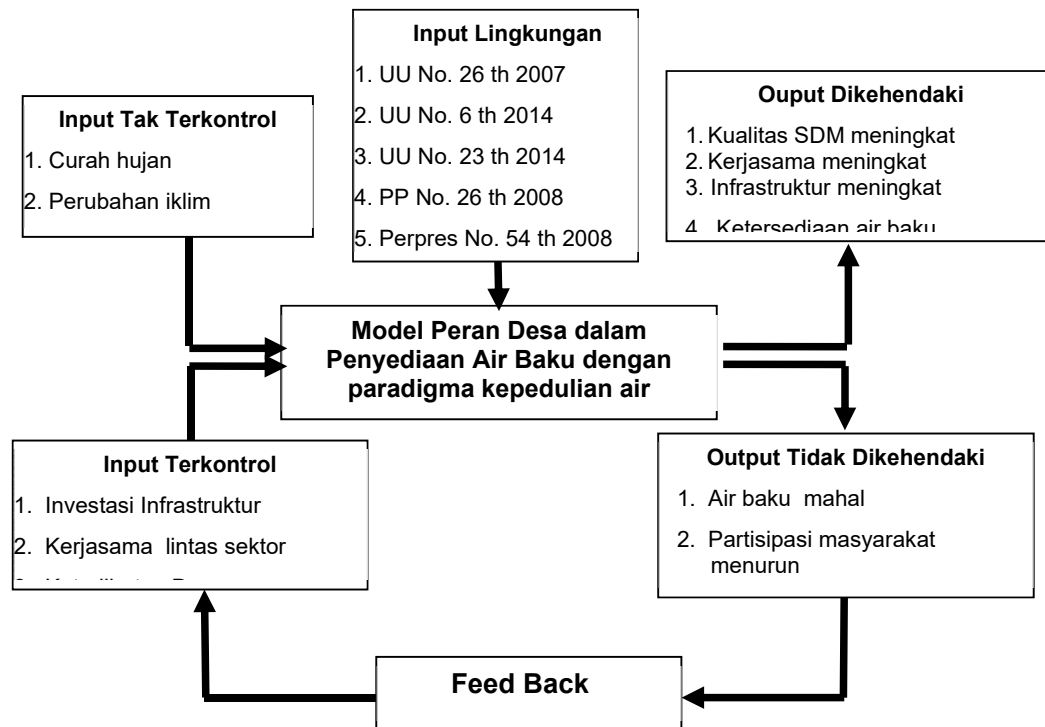


Gambar 3
Lokasi penelitian, Desa Bendungan, Kecamatan Ciawi, Kabupaten Bogor

Dalam penyelesaian masalah yang menggunakan ssstem dinamik, terdapat 5 tahapan (Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001), yaitu:

- Analisis kebutuhan; dalam analisis ini diawali dari analisis *stakeholders*. Secara umum *stakeholder* yang terlibat dalam penelitian ini adalah: Aparat desa, masyarakat, Pemerintah Daerah Kabupaten Bogor, Dinas PU Kabupaten Bogor, Kementerian Desa dan Daerah Tertinggal, dan LSM
- Identifikasi sistem; digambarkan dalam diagram *input-output (Black Box)*, yang terdiri dari *input* terkontrol, *input* tidak terkontrol, *output* dikehendaki dan *output* tidak dikehendaki (Gambar 4)
- Simulasi model; dalam simulasi model, diawali dengan penyusunan *causal loop*, dilanjutkan dengan penyusunan struktur model. Dalam penyusunan *causal loop* terdiri dari faktor-faktor utama yang terdiri dari 2 sub sistem yaitu: (a) *system suplay* (ketersediaan air), (b) sistem kebutuhan air (*water demand*),
- Validasi model; Validasi model digunakan untuk memastikan bahwa model sesuai dengan kondisi saat ini, sehingga perlu dilakukan uji validasi. Dalam makalah ini yang dipakai adalah validasi kinerja model dengan data empiris yang menggunakan uji statistik, dengan batas penyimpangan maksimal 10%, sedangkan yang digunakan adalah satu variabel pada komponen utama (Bartas, 1996) dalam (Suryani, 2014). Adapun metode yang digunakan adalah *Absolute Mean Error (AME)*, dan *Absolute Variation Error (AVE)*
- Simulasi; Skenario yang dipakai dalam simulasi meliputi:

1. *Business as Usual* yaitu skenario alami yang dilakukan oleh desa tanpa melalui intervensi, baik oleh Pemerintah maupun pihak swasta.
2. Kepedulian air melalui pendekatan *Water Sensitive City* dengan pengembangan infrastruktur air baku perdesaan yang terdiri dari embung, Instalasi Pengolah Limbah Domestik (IPLD), dan Instalasi Pengolah Limbah Industri (IPLI).



Gambar 4

Digram Input Out put penyediaan air baku dengan paradigma kepedulian air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara hidrologis Desa Bendungan terletak di Sub DAS Ciseuseupan dengan luas wilayah 1.33 km², yang tersusun atas 11 RW, dan 48 RT. Jumlah penduduk pada tahun 2015 sebesar 10.198 jiwa, dengan 5.112 laki-laki, dan 5.086 perempuan. Kepadatan penduduk sebesar 7.668 jiwa/km², dan tingkat pertumbuhan penduduk 1.2%. Mayoritas penduduk bergerak di sektor wiraswasta yakni perdagangan dan jasa (60%).

Secara konseptual ketersediaan air baku desa Bendungan berasal dari alam dan rekayasa yang dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

- (1) Suplai air perdesaan yang terdiri dari: air tanah, yang diekstrak melalui sumur gali yang berjumlah 784, dan sumur pompa yang berjumlah 157, serta mata air di tebing-tebing sungai yang berjumlah 5 kemudian ditampung di bak penampung secara komunal (BPS, 2015) dan dari PDAM Tirta Kahuripan Cabang Pelayanan X Ciawi, namun distribusi pelayanan masih rendah yakni 10% (sebagai output air = X),

- (2) Air permukaan (badan air) yaitu anak sungai Ciseuseupan yang mempunyai sifat aliran *perennial* (sungai yang ada airnya sepanjang tahun) (sebagai input air baku = Y_1),

Dari 2 sumber air baku tersebut, maka jumlah total ketersediaan air baku desa Bendungan adalah 5.3×10^5 m³/tahun. Volume ketersediaan air baku tersebut akan mengalami menyusutan, karena suplay air dari air permukaan dan air tanah akibat alih fungsi lahan, akibatnya adalah air hujan yang jatuh diatas permukaan tanah langsung terbangun (terdrainase) ke saluran pembuang (parit, sungai dan lain-lain), dan yang masuk ke dalam tanah sebagai air tanah (*infiltrasi*) hanya $\pm 20\%$.

Kebutuhan air baku penduduk Desa Bendungan pada tahun 2015 yaitu sebesar 4.7×10^5 m³/tahun, yang terdiri dari:

1. Kebutuhan air domestik (penduduk) pada tahun 2015 berjumlah 10.198 jiwa yaitu sebesar 4.5×10^5 m³/tahun, (kebutuhan air bersih penduduk sebesar 100 liter/jiwa/hari, karena desa Bendungan terletak di kawasan *suburban* (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003),
2. Kebutuhan air nondomestik yang meliputi fasilitas umum besarnya 10% dari jumlah KK (Sarwoto, 2005) dalam (Setyanto, Wijayanti, Setyawan, 2006), yaitu sebesar 2.2×10^4 m³/tahun,
3. Kebutuhan untuk industri, dimana yang berkembang adalah industri kecil dan rumah tangga yang berjumlah 99 yaitu sebesar 1.8×10^4 m³/tahun (standar kebutuhan air industri kecil = 180 m³/unit/tahun) (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003).

Validasi Model

Untuk memastikan bahwa model sesuai dengan kondisi saat ini, maka dilakukan uji validasi melalui kinerja model dengan batas penyimpangan maksimal 10%. Variabel yang digunakan adalah penduduk sebagai komponen utama. Dengan menggunakan metode AME dan AVE, hasilnya disajikan dalam Tabel 1, dimana nilai AME dan AVE lebih kecil dari 10%, yaitu 0.302 – 0.531 % untuk AME, dan 1.821 – 3.209 % untuk AVE, sehingga dapat disimpulkan bahwa model tersebut memiliki kinerja yang baik, relatif tepat dan dapat diterima secara ilmiah.

Tabel 1
Hasil perhitungan nilai AME dan AVE dalam uji validitas kinerja model

No.	Tahun	Jumlah Penduduk Desa Bendungan		Uji Validasi Kinerja	
		Aktual	Simulasi	AME	AVE
1.	2013	10.152	10.244	0.302	1.821
2.	2014	10.179	10.323	0.409	2.466
3.	2015	10.198	10.402	0.531	3.209

Sumber: Hasil perhitungan, 2016

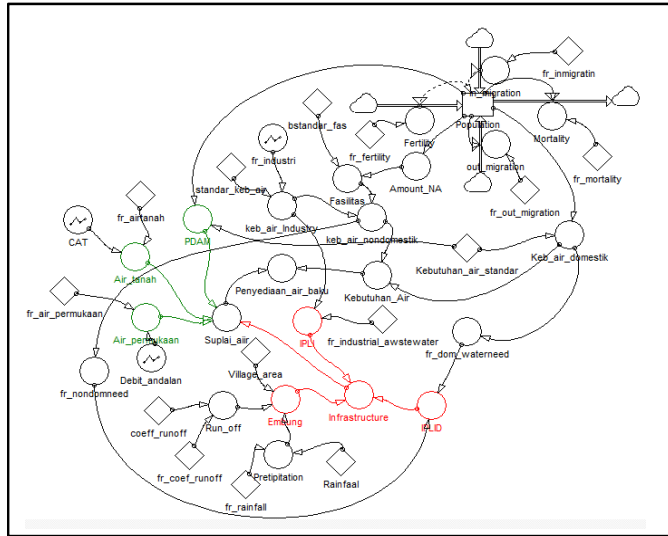
Simulasi

Berdasarkan data suplai dan deman air baku di Desa Bendungan tersebut, kemudian dibuat simulasi. Langkah pertama dalam pembuatan model yaitu dengan membuat diagram kausatik dengan faktor-faktor utamanya yang terdiri dari 2 sub sistem yaitu: (a) sistem suplai (ketersediaan air), (2) sistem kebutuhan air, kemudian disusun struktur model. Dalam struktur model terdapat 3 sumber air baku yaitu: (1) kondisi *business as usual* dimana penyediaan air baku hanya berasal dari air permukaan, air tanah dan PDAM, (2) kondisi kepedulian air dalam penyediaan air baku dengan mengembangkan infrastruktur yaitu: embung, IPLD, dan IPLI. Struktur model dinamik peran desa dalam penyediaan air baku melalui paradigma kepedulian air dengan pendekatan *water sensitive city* melalui pengembangan infrastruktur disajikan dalam Gambar 5.

Skenario

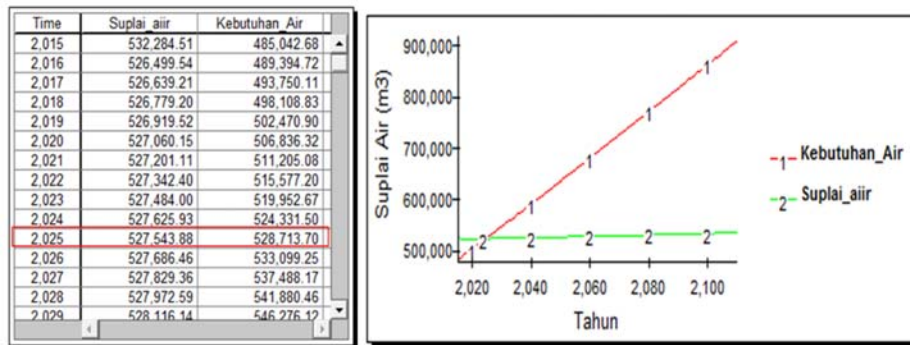
Business as Usual

Hasil simulasi dengan sistem dinamik dengan paradigma *Busniss as usual* menunjukkan bahwa: apabila kondisi penyediaan air baku tersebut dibiarkan terus menerus tanpa ada perlakuan dan intervensi dari pemerintah maupun pihak swasta, maka dalam kurun waktu 10 tahun ke depan yaitu pada tahun 2025 yaitu sebesar $5.3 \times 10^5 \text{ m}^3$, maka ketersediaan air baku di desa Bendungan mengalami defisit, yaitu suplay air baku lebih kecil dari kebutuhan air. Hal ini terjadi karena jumlah penduduk yang makin meningkat mengikuti deret ukur dengan tingkat pertumbuhan 1.2% per tahun, sehingga kebutuhan akan air baku juga akan meningkat, ditambah dengan gaya hidup masyarakat yang cenderung konsumtif, sedangkan suplai air baku justru makin menurun dari air permukaan yaitu sebesar 0.1%/th, dan air tanah 0.09%/th, akibat alih fungsi lahan, dimana telah terjadi penurunan tutupan lahan hijau yang cukup masif yaitu dengan laju 1.95% per tahun dan peningkatan penggunaan lahan untuk permukiman dengan laju sebesar 12.34% per tahun (Suwarno, Kartodihardjo, dan Pramudya, 2011), disamping itu akibat perubahan iklim yang akhir-akhir ini melanda hampir wilayah Indonesia. Hasil pemodelan penyediaan air baku di Desa Bendungan dengan *scenario Buisness as usual* disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 5

Struktur model dinamik penyediaan air baku dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *water sensitive city* melalui pengembangan infrastruktur di Desa Bendungan



Gambar 6

Simulasi penyediaan air baku Desa Bendungan dengan skenario *Business as Usual*

Kepedulian Air

Dalam paradigma kepedulian air melalui pendekatan WSC yang diimplementasikan melalui WMC terdapat 3 (tiga) skema yaitu:

1. *Water inflow*, yaitu *input* dari sumber air perdesaan yang terdiri dari:
 - suplai air perdesaan, sebagai sumber utama air baku (X)
 - kanal air perdesaan (Y_1)
2. *Water process* yang meliputi:
 - *runoff* yang ditampung melalui embung atau *retention basin* (Y_2)
 - infiltrasi sebagai cadangan air tanah (Y_2)
3. *Water outflow* yang meliputi:
 - penampungan limbah domestik, nondomestik, dan industri (Y_3)
 - *runoff* yang diolah bersama dengan limbah domestik (Y_3)

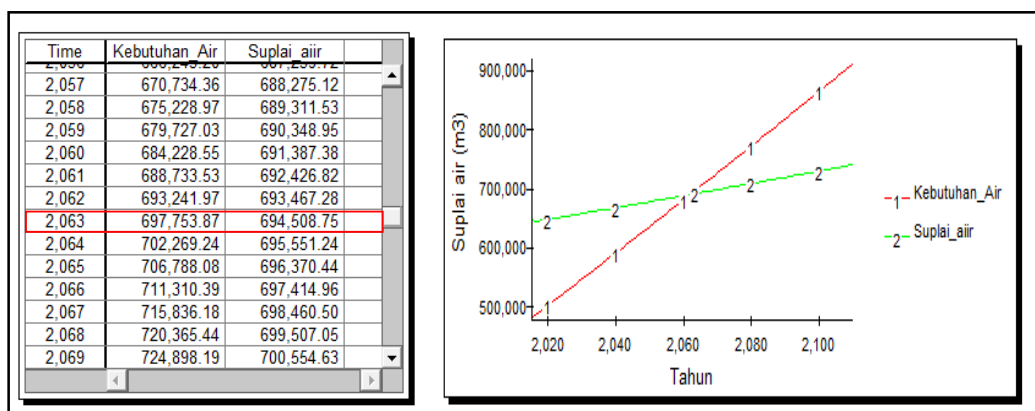
Sehingga formula dari WMC adalah fungsi dari 4 skema tersebut yaitu:

$$\text{WMC} = f(X, Y_1, Y_2, Y_3).$$

Untuk implementasi paradigma tersebut diperlukan infrastruktur (tampungan) air perdesaan, yang meliputi:

- Embung; yaitu suatu wadah untuk pemanenan air hujan. Air hujan yang jatuh dipermukaan tanah ditampung terlebih dahulu sebelum masuk ke saluran pembuang. Tujuannya adalah agar air hujan yang jatuh tidak lekas di buang ke saluran pembuang, tetapi ditahan dengan embung (*retention pond*). Fungsi embung disamping sebagai penyimpanan air, juga berfungsi sebagai pengendali banjir.
- Penampung limbah domestik komunal (IPLD); yaitu air sisa buangan baik dari domestik maupun nondomestik ditampung secara komunal. Yang ditampung adalah limbah dari: dapur, kamar mandi, dan lain-lain. Asumsi yang digunakan adalah setiap orang akan menghasilkan limbah air buangan sebesar 70% dari kebutuhan air baku, dan untuk non domestik air buangannya adalah 70% dari kebutuhan air baku (Haug, 1998),
- Instalasi Pengolah Air Limbah industri (IPLI); yaitu limbah sisa produksi industri yang besarnya 10% dari kebutuhan air baku industri (Haug, 1998) diolah kembali (*recycle*), dimana setiap industri membangun 1 IPAL sederhana, bisa juga beberapa industri yang sejenis membuat IPAL komunal.

Hasil simulasi skenario menunjukkan bahwa: penyediaan air baku meningkat secara signifikan, karena mengalami kenaikan sebesar 71% yaitu dari 10 tahun menjadi 48 tahun yaitu pada tahun 2063, dimana ketersediaan dan kebutuhan air baku mencapai $7.0 \times 10^5 \text{ m}^3$. Hasil simulasi disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7

Hasil simulasi penyediaan air baku desa Bendungan dengan paradigma kepedulian air melalui WSC dan WMC

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi dengan berbagai skenario tersebut, maka yang bisa diterapkan adalah dengan pembuatan dan pengembangan infrastruktur air perdesaan, meliputi:

1. Membuat embung (*retention pond*), setiap RW 1 embung sehingga berjumlah 11 embung, dengan dimensi panjang 20 m, lebar 10 m, dan kedalaman 2 m, yang mampu menampung air hujan sebesar 400 m³. Dalam desain embung disesuaikan dengan lahan yang tersedia, dan topografi (Siregar, Rosadi, Arifaini, 2011), dan (Utami, Nalendra, Sriyana, Nugraha, 2015)
2. Membuat instalasi penampungan air buangan baik dari rumah tangga maupun fasilitas umum secara komunal (IPLD), dimana setiap RT 1 IPLD, sehingga jumlahnya adalah 48 IPLD, dengan dimensi: panjang 3 m, lebar 3 m, dan kedalaman 1,5 m, yang mampu menampung 12 m³. Dalam desain IPLD disesuaikan dengan topografi (Prisanto D.E, Yanuwiyadi B, Soemarno, 2015)
3. Membuat instalasi *recycle* air limbah industri rumah tangga (IPLI), bisa dilakukan secara komunal untuk industri yang sejenis, dan individu bagi industri yang beragam, dengan dimensi yang disesuaikan dengan produksinya.

Kendala yang dihadapi dalam skenario ini terletak pada biaya, karena untuk membangun embung yang jumlahnya cukup banyak yaitu 11 dan instalasi penampung air buangan komunal (IPLD) yang jumlahnya 48 membutuhkan dana yang cukup besar, sehingga tidak bisa dilaksanakan bersamaan, tetapi dapat dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dari pembuatan 2 IPLD dan 1 embung setiap tahunnya, atau pembangunan embung dahulu, baru tahun berikutnya pembuatan IPLD. Untuk dana atau pembiayaan bisa diambil dari dana desa yang digulirkan oleh Pemerintah Pusat melalui Kementerian Desa dan Daerah Tertinggal, dan swadaya masyarakat, atau dapat bekerjasama dengan institusi lain dengan memanfaatkan dana CSR, sehingga masyarakat merasa memiliki, sehingga mereka akan merawat infrastruktur tersebut.

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Model yang dihasilkan dapat digunakan untuk mendorong peran desa dalam pengembangan infrastruktur air perdesaan untuk penyediaan air baku dengan tingkat validitas kinerja antara 0.9-2.0%, melalui 2 sub sistem yaitu: ketersediaan air, dan kebutuhan air, sehingga dapat diterapkan.
2. Aplikasi model dengan berbagai skenario hasilnya adalah sebagai berikut:

- a. Dengan pendekatan *business as usual*, penyediaan air baku di kawasan perdesaan (Desa Bendungan) hanya mampu sampai 10 tahun ke depan yaitu pada tahun 2025, artinya suplai air baku lebih kecil dari pada kebutuhan air.
- b. Dengan paradigma kepedulian air pendekatan WSC yang implementasinya dengan WMC melalui pengembangan infrastruktur: embung, IPLD, dan IPLI, maka penyediaan air baku meningkat sebesar 71%, yaitu dari 18 tahun menjadi 58 tahun ke depan yaitu pada tahun 2063, dengan kebutuhan dan ketersediaan air sebesar $7.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{tahun}$

Saran

Penerapan model dengan berbagai skenario yang diterapkan hanya yang menghasilkan skenario optimal karena dapat memenuhi kebutuhan air baku sampai tahun 2063, upaya untuk mencapai skema tersebut adalah dengan:

1. Dibentuk kelembagaan atau badan pengelola, karena keberhasilan suatu kegiatan/usaha salah satunya ditentukan oleh mekanisme peran antar kelembagaan (Dunn, 2003).
2. Selain pembangunan infrastruktur air perdesaan, masyarakat dihimbau membuat sumur resapan melalui biopori, dan tampungan atap.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartas Y., 1996, *Formal Aspect of Model Validity and Validation of System Dynamics*, System Dynamics Rev.12 ([http://www. Albany edu/cp/sds/sdcourses](http://www.Albany.edu/cp/sds/sdcourses)).
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, *Standar Penggunaan Air Bersih*. Ditjen Cipta Karya, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Dunn W.N., 2003. *Pengantar Analisis Kebijakan Publik*. Gadjahmada University Press. Yogyakarta
- Haug H.P., 1998, *Water Suplay Engineering, Centre for Infrastructure Planning*, University of Stuttgart
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2010, *Laporan Pencapaian Tujuan Pembangunan Milenium di Indonesia 2010*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta
- Masduki A., Endah N., Soedjono ES, Hadi W., 2007, "Capaian Pelayanan Air Bersih Perdesaan sesuai Melenium Development Goals Kasus DAS Brantas", *Jurnal Furifikasi vol 8 No. 2, Desember 2007*, 115-120.
- Muhammadi, E., Aminullah, B., dan Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. UMJ Press. Jakarta

- Paolini F., Cecere C., 2015, *Improvement of Urban Water Metabolism at The District Level for a Mediterranean Compact City*, Cisbat 2015, Lausanne, Switzerland; 481-486
- Prisanto D.E, Yanuwiyadi B, Soemarno, 2015, "Studi pengelolaan IPAL domestik komunal di Kota Blitar", *Jurnal Pengelolaan Air Limbah*, vol 6 No. 1; 74-80
- Purwakusuma W. Baskoro TDP. Sinukaban N., 2011, *Mengatasi Krisis Air di Desa*, dalam buku Menuju Desa 2030, Pohon Cahaya, Yogyakarta
- Sarwoto, 2005, "*Penyediaan air bersih*", vol. 1, Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Setyanto O., Wijayanti Y, Setyawan A, 2006, "Rencana Tindak (*Action Plan*) dan Analisis Penyediaan Air Bersih di Provinsi NTB", *Jurnal Teknik Sipil* vol. 6 No. 2 April 2006, Fakultas Teknik Universitas Mataram
- Siregar A.M., Rosadi, R.A.B., Arifaini. N., 2011, "Maksimalisasi Desain Embung Sebagai Sumber Air Irigasi untuk Memenuhi Kebutuhan Air Tanaman Tebu", *Jurnal Rekayasa*, vol 15 No. 1; 1-12
- Suryani E.A., 2014, "Permodelan dan simulasi untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi manajemen distribusi air menggunakan pendekatan sistem", *Jurnal Teknik POMITS*, vol 1 No. 1; 1-6
- Suwarno J., Kartodihardjo H., dan Pramudya H., 2011, "Pengembangan Kebijakan Pengelolaan Berkelanjutan DAS Ciliwung Hulu, Kabpaten Bogor", *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, vol. 8 No. 2, Agustus 2011.
- Utami H.A., Nalendra G.S., Sriyana, Nugraha P., 2015, "Perencanaan Embung Somasari di Jepara", *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol 4 No. 4; 529-537, <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Wong T.H.E., and Brown R., 2008, Transitioning to Water Sensitive Cities: Ensuring Resilience through a new Hydro-Sosial Contract, *11th International Conference on Urban Drainage*, Edinberg, Scotland, UK, 1-10
- Wong T.H.F., and Brown R., 2009, *The water sensitive city: principles for practice*. Water Science and Technology, 60(3),pp.673-682.